



Docket No.: 209892US2PCT

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313



ATTORNEYS AT LAW

RE: Application Serial No.: 09/869,590  
Applicants: Patrick AGNESE  
Filing Date: October 15, 2001  
For: BOLOMETRIC DETECTOR WITH AN ANTENNA  
Group Art Unit: 2811  
Examiner: Shouxiang Hu

SIR:

Attached hereto for filing are the following papers:

**Submission Notice Regarding Priority Document; Priority Document (1)  
Certification of Translation; Submission of Certified English Translation of Priority Document;  
Certified English Translation of Priority Document (1)**

Our credit card payment form in the amount of \$0.00 is attached covering any required fees. In the event any variance exists between the amount enclosed and the Patent Office charges for filing the above-noted documents, including any fees required under 37 C.F.R. 1.136 for any necessary Extension of Time to make the filing of the attached documents timely, please charge or credit the difference to our Deposit Account No. 15-0030. Further, if these papers are not considered timely filed, then a petition is hereby made under 37 C.F.R. 1.136 for the necessary extension of time. A duplicate copy of this sheet is enclosed.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Gregory J. Maier

Registration No. 25,599

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000 (phone)  
(703) 413-2220 (fax)

I:\ATTY\MM20\SI\209892US\209892US PTO CVR 6-22-05.DOC

Michael E. Monaco  
Registration No. 52,041

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Docket No. 209892US2PCT



**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Patrick AGNESE

GAU: 2811

SERIAL NO: 09/869,590

EXAMINER: Shouxiang Hu

FILED: October 15, 2001

FOR: BOLOMETRIC DETECTOR WITH AN ANTENNA

**SUBMISSION NOTICE REGARDING PRIORITY DOCUMENT(S)**

COMMISSIONER FOR PATENTS

ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Certified copies of the Convention Application(s) corresponding to the above-captioned matter:

☒ are submitted herewith

☐ were filed in prior application filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Gregory J. Maier  
Registration No. 25,599

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 11/04)

I:\ATTY\MM\20's\209892US\209892US SUB PRI Docs 6-22-05.DOC

Michael E. Monaco  
Registration No. 52,041

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# BREVET D'INVENTION

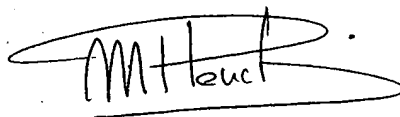
**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **23 MAI 2005**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets



Martine PLANCHE

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

Confirmation d'un dépôt par télécopie ☐

Cet imprimé est à remplir à l'encre noire en lettres capitales

Réservé à l'INPI									
<p>DATE DE REMISE DES PIÈCES <b>30 DEC. 1998</b></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL <b>98 16648</b></p> <p>DÉPARTEMENT DE DÉPÔT <b>K</b></p> <p>DATE DE DÉPÔT <b>30 DEC. 1998</b></p>	<p><b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b></p> <p><b>BREVATOME</b> <b>25, rue de Ponthieu</b> <b>75008 PARIS</b> <b>422-5/S002</b></p>								
<p><b>2 DEMANDE</b> Nature du titre de propriété industrielle</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> brevet d'invention    <input type="checkbox"/> demande divisionnaire</p> <p><input type="checkbox"/> certificat d'utilité    <input type="checkbox"/> transformation d'une demande de brevet européen</p> <p style="text-align: center;">demande initiale</p> <p><input type="checkbox"/> brevet d'invention    <input type="checkbox"/> certificat d'utilité n°</p> <p><b>Établissement du rapport de recherche</b>    <input type="checkbox"/> différé    <input checked="" type="checkbox"/> immédiat</p> <p>Le demandeur, personne physique, requiert le paiement échelonné de la redevance    <input type="checkbox"/> oui    <input type="checkbox"/> non</p> <p><b>Titre de l'invention</b> (200 caractères maximum)</p> <p style="text-align: center;"><b>DETECTEUR BOLOMETRIQUE A ANTENNE</b></p>	<p>n° du pouvoir permanent    références du correspondant    téléphone</p> <p><b>07068    B13181.3 PR    0153839400</b></p> <p><b>DD 1851</b></p> <p>date</p>								
<p><b>3 DEMANDEUR (S)</b> n° SIREN    code APE-NAF</p> <p>Nom et prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination</p> <p style="text-align: center;"><b>COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE</b> <b>Etablissement de Caractère Scientifique,</b> <b>Technique et Industriel</b></p> <p>Nationalité (s) <b>Française</b></p> <p>Adresse (s) complète (s) <b>31-33, rue de la Fédération</b> <b>75015 PARIS</b></p> <p style="text-align: right;">Pays <b>FRANCE</b></p> <p style="text-align: right;">Forme juridique</p>									
<p><b>4 INVENTEUR (S)</b> Les inventeurs sont les demandeurs    <input type="checkbox"/> oui    <input checked="" type="checkbox"/> non    Si la réponse est non, fournir une désignation séparée</p> <p><b>5 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>    <input type="checkbox"/> requise pour la 1ère fois    <input type="checkbox"/> requise antérieurement au dépôt ; joindre copie de la décision d'admission</p>									
<p><b>6 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>pays d'origine</th> <th>numéro</th> <th>date de dépôt</th> <th>nature de la demande</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande				
pays d'origine	numéro	date de dépôt	nature de la demande						
<p><b>7 DIVISIONS</b> antérieures à la présente demande    n°    date    n°    date</p>									
<p><b>8 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (nom et qualité du signataire)</p> <p style="text-align: center;"><b>M. DES TERMES</b></p>	<p><b>SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION</b>    <b>SIGNATURE APRÈS ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI</b></p> <p style="text-align: center;"><b>GN</b></p>								

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg B 13181.3 PR  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

9816648

TITRE DE L'INVENTION :

DETECTEUR BOLOMETRIQUE A ANTENNE

LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

M. DES TERMES  
c/o BREVATOME  
25, rue de Ponthieu  
75008 PARIS FRANCE  
422-5/S002

DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique) :

AGNESE Patrick  
123, chemin Jules Renard  
38340 VOREPPE  
FRANCE

NOTA : A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

Paris, le 30 décembre 1998

  
M. DES TERMES



# DOCUMENT COMPORTANT DES MODIFICATIONS

PAGE(S) DE LA DESCRIPTION OU DES REVENDEICATIONS OU PLANCHE(S) DE DESSIN			R.M.*	DATE DE LA CORRESPONDANCE	TAMPON DATEUR DU CORRECTEUR
Modifiée(s)	Supprimée(s)	Ajoutée(s)			
15 à 18			X	22/12/90	14 NOV. 2000 A B U

Un changement apporté à la rédaction des revendications d'origine, sauf si celui-ci découle des dispositions de l'article R.612-36 du code de la Propriété Intellectuelle, est signalé par la mention «R.M.» (revendications modifiées).

**DETECTEUR BOLOMETRIQUE A ANTENNE**Domaine technique et art antérieur

L'invention concerne un détecteur bolométrique  
5 à antenne ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel  
détecteur.

L'invention s'applique plus particulièrement à  
la détection passive d'ondes électromagnétiques de  
longueurs d'onde millimétriques.

10 La détection est dite passive quand la scène  
observée émet, à elle seule, le signal à détecter soit,  
directement, par émission propre du corps gris qu'elle  
constitue, soit, indirectement, par réflexion sur un  
autre corps gris.

15 La détection passive d'ondes millimétriques  
repose actuellement sur deux principes différents.

Selon un premier principe, l'onde  
électromagnétique est détectée par une antenne de façon  
à créer un signal électrique dont le traitement est  
20 effectué par un circuit électronique fonctionnant à la  
fréquence de l'onde. Selon le deuxième principe, l'onde  
électromagnétique est détectée par une antenne de façon  
à créer un flux calorifique qui est mesuré.

Un inconvénient des détecteurs fonctionnant  
25 selon le premier principe est d'être limité en  
fréquence.

En effet, les technologies utilisées pour  
réaliser de tels circuits, telles que les technologies  
à base d'arséniure de gallium (AsGa) ou de phosphure  
30 d'indium (InP), sont actuellement inaccessibles à des  
fréquences dépassant, par exemple, 100 GHz.

Par ailleurs, dans le cas où les détecteurs  
doivent être rassemblés sous forme de matrice de nxm

détecteurs, de tels circuits présentent une dissipation élevée, par exemple de l'ordre de 1 watt pour une matrice 32x32. Ceci présente un autre inconvénient.

Les détecteurs fonctionnant selon le deuxième  
5 principe constituent la famille des détecteurs bolométriques.

La détection bolométrique est telle que la puissance de l'onde électromagnétique qui est recueillie par l'antenne est convertie dans une charge  
10 résistive en une puissance calorifique qui est mesurée. La mesure de la puissance calorifique est effectuée à l'aide d'une conductance thermique qui convertit le flux calorifique en élévation de température par rapport à une température de référence. L'élévation de  
15 température ainsi déterminée est convertie en un signal électrique par un élément dit "élément thermométrique".

Un détecteur bolométrique selon l'art connu est décrit dans l'article intitulé "Antenna-coupled bolometer with a micromachined - beam thermal link" et  
20 paru dans la revue "Appl. Phys. Letter. 71 (16)" datée du 20 octobre 1997.

Un tel détecteur bolométrique comprend :

- une antenne réceptrice pour recueillir les ondes électromagnétiques,
- 25 - une charge résistive pour convertir la puissance électromagnétique recueillie en puissance calorifique,
- une ligne ou guide de transmission pour transmettre les ondes électromagnétiques reçues par l'antenne  
30 vers la charge résistive,
- des moyens de mesure de la puissance calorifique.

La présence de la ligne ou guide de transmission entre l'antenne réceptrice et la charge

résistive présente plusieurs inconvénients. Un premier inconvénient est de participer de manière non négligeable à l'encombrement du détecteur bolométrique. Un autre inconvénient est la difficulté qu'il y a à  
5 réaliser une telle ligne ou guide pour des circuits à fréquences élevées telles que, par exemple, des fréquences au-delà de 50 GHz.

L'invention ne présente pas ces inconvénients.

L'invention concerne un détecteur bolométrique  
10 comprenant une antenne réceptrice pour recueillir des ondes électromagnétiques, l'antenne réceptrice ayant une résistance de charge, une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques reçues en puissance calorifique et des moyens de mesure  
15 de la puissance calorifique. La charge résistive est constituée par la résistance de charge de l'antenne réceptrice.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de détecteur bolométrique comprenant une  
20 antenne de réception et un élément thermométrique. Le procédé de fabrication comprend les étapes suivantes :

- une étape permettant de réaliser une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium, d'une couche d'oxyde et d'une couche de silicium,
- 25 - une étape permettant de réaliser une zone dopée dans la couche de silicium de façon à constituer l'élément thermométrique sous forme de diode et à recouvrir la couche de silicium d'une couche d'oxyde de silicium,
- une étape permettant de réaliser des contacts  
30 électriques de la diode,
- une étape permettant de réaliser, par dépôt métallique sur la couche d'oxyde de silicium, les

éléments métalliques constituant l'antenne de réception,

- une étape consistant en la gravure sèche des couches d'oxyde et de silicium de façon à définir une zone évidée qui localise la diode,
- une étape consistant à déposer une couche de passivation et à graver cette couche pour laisser libre d'accès les contacts électriques de la diode et des zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne,
- une étape consistant à déposer une couche conductrice sur les contacts électriques de la diode, sur les zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne et sur la zone évidée qui localise la diode,
- une étape d'élimination de l'oxyde situé sous la diode et sous la zone évidée qui localise la diode de façon à créer une cavité.

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, un microbolomètre en silicium est associé à une antenne quadripolaire plane disposée sur une cavité diélectrique constituée par le support en silicium lui-même et résonnante aux fréquences d'utilisation. Une telle configuration est particulièrement bien adaptée à la réalisation d'un plan focal complexe de structure matricielle  $n \times m$  pixels rendant possible l'intégration d'un circuit de lecture ayant une faible dissipation. Par faible dissipation, il faut entendre, par exemple, une dissipation inférieure à 100 mW pour une matrice  $32 \times 32$ .

#### Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture d'un mode de

réalisation préférentiel de l'invention fait en référence aux figures ci-annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 représente une vue de dessus d'un détecteur bolométrique selon l'invention,
- 5       - la figure 2 représente une vue en coupe simplifiée du détecteur bolométrique selon la figure 1,
- la figure 3 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- 10       - la figure 4 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 représente une vue de détail d'un perfectionnement de détecteur bolométrique dans le cas
- 15 d'une association de détecteurs bolométriques selon le deuxième mode de réalisation de l'invention,
- les figures 6A à 6H représentent un procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon l'invention,
- 20       - la figure 7 représente un perfectionnement du procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon les figures 6A et 6H.

Sur toutes les figures les mêmes repères désignent les mêmes éléments.

25

#### Description détaillée de modes de mise en oeuvre de l'invention

La figure 1 représente une vue de dessus d'un détecteur bolométrique selon l'invention.

30

Quatre éléments métalliques plans 2a, 2b, 2c, 2d reposent sur une couche de silicium 1. Ces quatre éléments sont disposés, préférentiellement, en forme de croix autour d'une partie centrale évidée 7. Les

éléments métalliques 2a et 2c sont alignés selon un axe AA' et les éléments métalliques 2b et 2d sont alignés selon un axe perpendiculaire à l'axe AA'.

5 Dans la partie centrale évidée 7, une structure conductrice en forme de croix à quatre bras 3a, 3b, 3c, 3d permet de relier entre eux les quatre éléments métalliques 2a, 2b, 2c, 2d. Les bras 3a et 3c sont alignés selon l'axe AA' et les bras 3b et 3d selon l'axe perpendiculaire à l'axe AA'.

10 Les quatre bras métalliques 3a, 3b, 3c, 3d recouvrent, là où ils se croisent, une diode 4. La diode 4 est réalisée comme décrit plus loin (cf. Description figure 6a).

15 Les quatre éléments métalliques plans 2a, 2b, 2c, 2d constituent l'antenne permettant de recevoir le signal. Selon l'invention, les éléments métalliques 2a, 2b, 2c, 2d constituent également la charge résistive permettant de convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique.

20 La puissance calorifique ainsi dissipée dans les éléments métalliques d'antenne conduit à un échauffement des bras 3a, 3b, 3c, 3d. L'échauffement des bras 3a, 3b, 3c, 3d conduit à l'échauffement de la diode 4. Il s'ensuit que la diode 4 constitue l'élément  
25 thermométrique du détecteur bolométrique.

En l'absence de détection d'ondes électromagnétiques, la diode est parcourue par un courant de référence  $I_{ref}$ . Lorsqu'une onde électromagnétique est détectée, la diode 4 s'échauffe  
30 et le courant qui la parcourt diffère du courant  $I_{ref}$ . Des métallisations 5 et 6 permettent de relier les deux bornes de la diode 4 à un circuit de traitement (non

représenté sur la figure) des variations du courant qui parcourt la diode.

La diode 4 est implantée dans une pastille de silicium comme indiqué en figure 6A. On obtient ainsi  
 5 un détecteur présentant une très faible masse calorifique pour un fonctionnement à température ambiante, un haut isolement thermique obtenu par le métal résistif des éléments 3a, 3b, 3c, 3d et une haute performance en bruit basse fréquence du fait de  
 10 l'utilisation d'une diode thermométrique sur silicium monocristallin

Vu de dessus, le détecteur bolométrique représenté en figure 1 constitue un carré de cote  $\ell$ . Selon le mode de réalisation préférentiel de  
 15 l'invention, la cote  $\ell$  est égale à  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde d'une onde pour laquelle une détection est souhaitée.

Dans le cas de signaux à détecter compris dans une bande de fréquences, la cote  $\ell$  est,  
 20 préférentiellement, égale à  $\lambda/2$ ,  $\lambda$  étant la longueur d'onde de l'onde qui a pour fréquence la fréquence centrale de la bande de fréquences.

La figure 2 représente une vue en coupe  
 25 simplifiée du détecteur bolométrique selon la figure 1. La coupe est faite selon l'axe AA' de la figure 1.

La structure de la figure 2 est composée d'un substrat silicium 8 sur lequel sont successivement empilés une couche d'oxyde, une couche de silicium 1 et  
 30 les éléments métalliques 2a, 2b formant antenne.



Les couches d'oxyde 9 et de silicium 1 sont évidées dans leur partie centrale 7 de façon à permettre la suspension, sur l'évidement ainsi réalisé, des bras 3a et 3b ainsi que de la diode 4.

5

La figure 3 représente une vue de dessus de l'association de quatre détecteurs bolométriques selon un premier mode de réalisation de l'invention.

Les quatre détecteurs sont placés côte à côte de façon à constituer, en vue de dessus, un carré de côté L.

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, le côté L a pour longueur la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde pour laquelle la détection est souhaitée. Dans le cas de signaux à détecter compris dans une bande de fréquences, la cote L est, préférentiellement, égale à la longueur d'onde de l'onde qui a pour fréquence la fréquence centrale de la bande de fréquences. Selon ce mode de réalisation de l'invention, il n'est alors pas nécessaire d'associer un cornet à chaque détecteur bolométrique. Ce mode de réalisation est particulièrement avantageux puisqu'un cornet d'antenne est une structure à trois dimensions relativement encombrante et non entièrement réalisable par micro-usinage du silicium.

L'invention concerne cependant également le cas où chaque détecteur constitue lui-même un carré dont le côté  $\ell$  a pour longueur la longueur d'onde  $\lambda$ . Il s'ensuit que l'association de quatre détecteurs telle que celle de la figure 3 constitue une structure dont le côté L vaut sensiblement  $2\lambda$ .

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, les quatre diodes thermométriques sont montées en parallèle.

Comme cela a été décrit précédemment (cf. figure 1), chaque diode 4 est pourvue d'une première borne et d'une deuxième borne. Les liaisons conductrices entre les bornes des différentes diodes sont représentées en traits discontinus sur la figure 3.

Un premier ensemble de liaisons converge vers le centre du détecteur et relie les premières bornes des différentes diodes. Une reprise de contact R permet que soit établi un contact électrique entre les différentes liaisons de ce premier ensemble et une ligne de connexion  $L_B$  du bus B.

Un deuxième ensemble de liaisons  $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4$  permet de relier à une même référence électrique telle que, par exemple, le substrat, les deuxièmes bornes de chaque diode.

La figure 4 représente une association de quatre détecteurs bolométriques selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

Selon ce deuxième mode de réalisation de l'invention, les ondes recueillies sont de type TE et TM. Comme cela est connu de l'homme de l'art l'abréviation TE provient de l'expression "Transverse Electrique" et l'abréviation TM de l'expression "Transverse Magnétique".

Selon ce mode de réalisation, la structure conductrice située dans la partie centrale 7 de chaque détecteur bolométrique et qui recouvre partiellement

chaque diode 4 comprend seulement deux bras permettant de relier deux des quatre éléments métalliques de l'antenne situés en vis-à-vis. En référence aux notations de la figure 1, si la structure conductrice d'un premier détecteur bolométrique comprend deux bras métalliques 3b, 3d reliés aux éléments métalliques d'antenne 2b et 2d, alors les bras métalliques 3a, 3c des structures conductrices des deux détecteurs bolométriques qui ont une face en commun avec le premier détecteur bolométrique sont reliées aux éléments métalliques d'antenne 2a, 2c.

De même que dans le cas de la figure 3, les quatre détecteurs bolométriques sont placés côte à côte de façon à constituer, en vue de dessus, un carré de côté L.

Les deux détecteurs bolométriques situés selon une première diagonale du carré permettent de recueillir des ondes d'un premier type, par exemple de type TM, et les deux détecteurs bolométriques situés selon la diagonale perpendiculaire à la première diagonale permettent de recueillir des ondes d'un deuxième type, par exemple de type TE.

Un ensemble de liaisons conductrices (lignes en traits discontinus et les lignes en traits continus  $l_a$ ,  $l_b$ ,  $l_c$ ,  $l_d$ ) permet de faire un montage parallèle, d'une part, des deux diodes associées aux deux détecteurs qui recueillent des ondes de type TM et, d'autre part, des deux diodes associées aux deux détecteurs qui recueillent des ondes de type TE.

Un bus de connexion  $B_{TE}$  permet une reprise  $R_1$  des contacts électriques qui correspondent aux deux diodes montées en parallèle associées aux deux

détecteurs qui recueillent les ondes de type TE. De même, un bus de connexion  $B_{TM}$  permet une reprise  $R_2$  des contacts électriques qui correspondent aux deux diodes montées en parallèle associées aux deux détecteurs qui  
5 recueillent les ondes de type TM.

Avantageusement, l'invention selon ce deuxième mode de réalisation permet, du fait d'une imagerie à double polarisation TE et TM, de recueillir des informations riches d'enseignements sur la nature de  
10 matériaux polarisants pouvant être observés.

La figure 5 représente une vue de détail d'un perfectionnement de détecteur bolométrique dans le cas d'une association de détecteurs bolométriques selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

15 La figure 5 représente une partie centrale évidée 10 de détecteur bolométrique. La partie centrale 10 comprend deux diodes 4 et 11. La diode 4 est partiellement recouverte de deux bras conducteurs 3b, 3d reliés aux éléments métalliques d'antenne 2b, 2d.  
20 Parallèlement à la diode 4 est située une diode 11 partiellement recouverte de deux bras conducteurs 12b, 12d. Les deux bras conducteurs 12b et 12d sont électriquement isolés et reliés à la référence thermique que constitue le substrat silicium 8.

25 Les diodes 4 et 11 sont polarisées dans les mêmes conditions et peuvent travailler soit en tension, soit en courant.

Une telle configuration permet, par lecture différentielle des signaux issus des diodes,  
30 l'élimination de tout ou partie des signaux parasites que reçoit le détecteur bolométrique. En particulier, les signaux situés dans la bande de l'infrarouge thermique peuvent être avantageusement éliminés. De

même, tout ou partie des fluctuations ou dérives parasites de la température de référence du détecteur bolométrique peuvent être éliminées.

5 Les figures 6A à 6H représentent un procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 6A représente la réalisation d'une structure constituée de l'empilement d'un substrat  
10 silicium 8, d'une couche d'oxyde 9, par exemple de type SIMOX, et d'une couche de silicium 1, par exemple épitaxiée ou déposée par report. La couche de silicium 1 est, par exemple, une couche de quelques dixièmes de microns d'épaisseur.

15 La figure 6B représente la réalisation d'une zone Z1 dopée dans la couche de silicium 1 et le recouvrement de cette dernière par une couche d'oxyde de silicium 10. La zone Z1 est réalisée, de façon connue en soi, par implantation localisée.

20 La figure 6C représente la réalisation des contacts électriques C1 et C2 de la diode thermométrique du détecteur bolométrique. Les ouvertures permettant de réaliser les contacts C1 et C2 sont réalisées par gravure de la couche d'oxyde 10. Les  
25 contacts C1 et C2 sont réalisés par dépôt et gravure de métal.

La figure 6D représente la réalisation des éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) qui constituent l'antenne du détecteur. Le métal des antennes est  
30 préférentiellement de faible résistivité électrique. La résistance entre les points extrêmes d'un même élément métallique d'antenne peut ainsi valoir, par exemple, quelques Ohms. Chaque élément métallique peut, par

exemple, être constitué de trois couches métalliques successives : une première couche, par exemple du chrome ou du titane, permet de garantir une bonne adhérence sur l'oxyde, une deuxième couche, par exemple  
5 du nickel ou du palladium, permet de réaliser une barrière de diffusion pour la troisième couche qui peut être, par exemple, en or.

La figure 6E représente l'opération permettant  
10 de définir la zone qui localise la diode thermométrique du détecteur. A cette fin, on procède à une gravure sèche en face avant de, successivement, la couche d'oxyde 10 et la couche de silicium 1.

L'étape représentée en figure 6F consiste à  
15 déposer une couche de passivation 11 et à graver cette couche pour laisser libre d'accès des zones de reprise de contact électrique sur la diode thermométrique et sur les éléments métalliques d'antenne.

L'étape représentée en figure 6G consiste à  
20 déposer et graver le conducteur 12 de la structure conductrice qui peut être, par exemple, un nitrure de métal tel que le nitrure de titane ou le nitrure de tungstène.

L'étape représentée en figure 6H consiste à  
25 éliminer, de façon connue en soi, l'oxyde sous la diode thermométrique et sous la zone qui localise la diode thermométrique de façon à créer la cavité 7.

La figure 7 représente un perfectionnement du  
30 procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon les figures 6A à 6H.

Selon ce perfectionnement, le substrat silicium 8 est gravé en face arrière sous les éléments

métalliques d'antenne. Cette gravure permet de modifier les dimensions de la cavité résonnante que constitue le substrat silicium 8. Cette modification induit avantageusement un élargissement de la bande spectrale d'absorption du détecteur.

Comme cela a été mentionné précédemment, l'invention s'applique plus particulièrement à la détection d'ondes électromagnétiques de longueurs d'ondes millimétriques. Les fréquences des ondes électromagnétiques détectées sont, par exemple, les fréquences comprises dans les bandes de transparence de l'atmosphère, c'est-à-dire les fréquences centrées autour de 94 GHz, 140 GHz ou encore 220 GHz.

La transmission atmosphérique dans les bandes de fréquences mentionnées ci-dessus est de qualité supérieure à la transmission atmosphérique en bande infrarouge. Il s'ensuit avantageusement, selon l'invention, la possibilité de détecter des objets dans des conditions "tout-temps" (pluie, brouillard, fumée, etc...).

## REVENDICATIONS

*Feuille avant rectification*

1. Détecteur bolométrique comprenant au moins une antenne réceptrice (2a, 2b, 2c, 2d) pour recueillir des ondes électromagnétiques, l'antenne réceptrice  
5 ayant une résistance de charge, une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique, un élément thermométrique (4) pour mesurer l'élévation de température, par rapport à une température de  
10 référence, associée à la puissance calorifique, caractérisé en ce que la charge résistive est constituée par la résistance de charge de l'antenne.

2. Détecteur bolométrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément  
15 thermométrique est une diode (4).

3. Détecteur bolométrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice est composée de quatre éléments métalliques séparés (2a, 2b, 2c, 2d) disposés en forme de croix  
20 autour d'une partie centrale (7) de façon que deux premiers éléments métalliques soient alignés selon un premier axe (AA') et les deux autres soient alignés selon un axe perpendiculaire au premier axe (AA'), les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) étant disposés  
25 sur une couche de silicium (1), la couche de silicium présentant au niveau de la partie centrale (7) un évidement de façon que la diode (4) se trouve suspendue au-dessus d'un substrat silicium (8), en ce qu'il comprend des moyens permettant de suspendre la diode  
30 (4) constitués d'au moins un ensemble de deux bras métalliques (3a, 3b) un premier bras métallique (3a) étant relié à un premier élément métallique (2a) et le deuxième bras métallique (3c) étant relié à l'élément



métallique (2c) qui est aligné avec le premier élément métallique (2a).

4. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la longueur d'onde de l'onde détectée.

5. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur d'onde de l'onde détectée.

6. Dispositif d'imagerie comprenant au moins un détecteur bolométrique, caractérisé en ce que le détecteur bolométrique est un détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

7. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés côte à côte et dont les diodes (4) sont montées en parallèle.

8. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés côte à côte, deux premiers détecteurs bolométriques permettant de recueillir des ondes de type TE et les deux autres permettant de recueillir des ondes de type

TM, les diodes (4) des deux premiers détecteurs bolométriques étant associées selon un premier montage parallèle et les diodes des deux autres détecteurs bolométriques étant associées selon un second montage parallèle.

9. Dispositif d'imagerie selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque détecteur bolométrique comprend une deuxième diode (11) placée au voisinage de la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique, la deuxième diode (11) permettant, par lecture différentielle des signaux qu'elle génère et des signaux issus de la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique, l'élimination de tout ou partie des signaux parasites reçus par le détecteur bolométrique.

10. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique comprenant une antenne de réception et un élément thermométrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- une étape permettant de réaliser une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium (8), d'une couche d'oxyde (9) et d'une couche de silicium épitaxié (1),
- une étape permettant de réaliser une zone (Z1) dopée dans la couche de silicium (1) de façon à constituer l'élément thermométrique sous forme de diode (4) et à recouvrir la couche de silicium (1) d'une couche d'oxyde de silicium (10),
- une étape permettant de réaliser des contacts électriques (C1, C2) de la diode (4),
- une étape permettant de réaliser, par dépôt métallique sur la couche d'oxyde de silicium (10), les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) constituant l'antenne de réception,

- une étape consistant en la gravure sèche des couches d'oxyde (10) et de silicium (1) de façon à définir une zone évidée qui localise la diode (4),
- une étape consistant à déposer une couche de passivation (11) et à graver cette couche (11) pour  
5       laisser libre d'accès les contacts électriques (C1, C2) de la diode (4) et des zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne,
- une étape consistant à déposer une couche conductrice  
10       (12) sur les contacts électriques (C1, C2) de la diode (4), sur les zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne et sur la zone évidée qui localise la diode (4),
- une étape d'élimination de l'oxyde située sous la  
15       diode (4) et sous la zone évidée qui localise la diode (4) de façon à créer une cavité (7).

11. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon la revendication 10, caractérisé en  
20       ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant à graver le substrat silicium (8) sous les éléments métalliques d'antenne.

**REVENDECATIONS**

1. Détecteur bolométrique comprenant au moins une antenne réceptrice (2a, 2b, 2c, 2d) pour recueillir des ondes électromagnétiques, l'antenne réceptrice  
5 ayant une résistance de charge, une charge résistive pour convertir la puissance des ondes électromagnétiques en puissance calorifique, un élément thermométrique (4) pour mesurer l'élévation de température, par rapport à une température de  
10 référence, associée à la puissance calorifique, caractérisé en ce que la charge résistive est constituée par la résistance de charge de l'antenne et en ce que l'élément thermométrique est électriquement isolé de la résistance de charge de l'antenne.

15 2. Détecteur bolométrique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément thermométrique est une diode (4).

3. Détecteur bolométrique selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'antenne  
20 réceptrice est composée de quatre éléments métalliques séparés (2a, 2b, 2c, 2d) disposés en forme de croix autour d'une partie centrale (7) de façon que deux premiers éléments métalliques soient alignés selon un premier axe (AA') et les deux autres soient alignés  
25 selon un axe perpendiculaire au premier axe (AA'), les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) étant disposés sur une couche de silicium (1), la couche de silicium présentant au niveau de la partie centrale (7) un évidement de façon que la diode (4) se trouve suspendue  
30 au-dessus d'un substrat silicium (8), en ce qu'il comprend des moyens permettant de suspendre la diode

(4) constitués d'au moins un ensemble de deux bras métalliques (3a, 3b) un premier bras métallique (3a) étant relié à un premier élément métallique (2a) et le deuxième bras métallique (3c) étant relié à l'élément  
5 métallique (2c) qui est aligné avec le premier élément métallique (2a).

4. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément  
10 thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la longueur d'onde de l'onde détectée.

15 5. Détecteur bolométrique selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'antenne réceptrice, la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique et les moyens permettant de suspendre la diode (4) définissent, en vue de dessus, un  
20 encombrement de forme carrée, le côté du carré ayant une longueur sensiblement égale à la moitié de la longueur d'onde de l'onde détectée.

6. Dispositif d'imagerie comprenant au moins un détecteur bolométrique, caractérisé en ce que le  
25 détecteur bolométrique est un détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,

7. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés  
30 côte à côte et dont les diodes (4) sont montées en parallèle.

8. Dispositif d'imagerie selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de quatre détecteurs bolométriques disposés côte à côte, deux premiers détecteurs bolométriques permettant de recueillir des ondes de type TE et les deux autres permettant de recueillir des ondes de type TM, les diodes (4) des deux premiers détecteurs bolométriques étant associées selon un premier montage parallèle et les diodes des deux autres détecteurs bolométriques étant associées selon un second montage parallèle.

9. Dispositif d'imagerie selon la revendication 8, caractérisé en ce que chaque détecteur bolométrique comprend une deuxième diode (11) placée au voisinage de la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique, la deuxième diode (11) permettant, par lecture différentielle des signaux qu'elle génère et des signaux issus de la diode (4) qui constitue l'élément thermométrique, l'élimination de tout ou partie des signaux parasites reçus par le détecteur bolométrique.

10. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique comprenant une antenne de réception et un élément thermométrique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- une étape permettant de réaliser une structure constituée de l'empilement d'un substrat silicium (8), d'une couche d'oxyde (9) et d'une couche de silicium épitaxié (1),
- une étape permettant de réaliser une zone (Z1) dopée dans la couche de silicium (1) de façon à constituer l'élément thermométrique sous forme de diode (4) et à

- recouvrir la couche de silicium (1) d'une couche d'oxyde de silicium (10),
- une étape permettant de réaliser des contacts électriques (C1, C2) de la diode (4),
  - 5 - une étape permettant de réaliser, par dépôt métallique sur la couche d'oxyde de silicium (10), les éléments métalliques (2a, 2b, 2c, 2d) constituant l'antenne de réception,
  - une étape consistant en la gravure sèche des couches d'oxyde (10) et de silicium (1) de façon à définir  
10 une zone évidée qui localise la diode (4),
  - une étape consistant à déposer une couche de passivation (11) et à graver cette couche (11) pour  
laisser libre d'accès les contacts électriques (C1,  
15 C2) de la diode (4) et des zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne,
  - une étape consistant à déposer une couche conductrice (12) sur les contacts électriques (C1, C2) de la  
20 diode (4), sur les zones de reprise de contact électrique des éléments métalliques d'antenne et sur la zone évidée qui localise la diode (4),
  - une étape d'élimination de l'oxyde située sous la diode (4) et sous la zone évidée qui localise la  
25 diode (4) de façon à créer une cavité (7).

11. Procédé de fabrication de détecteur bolométrique selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant à graver le substrat silicium (8) sous les éléments  
30 métalliques d'antenne.

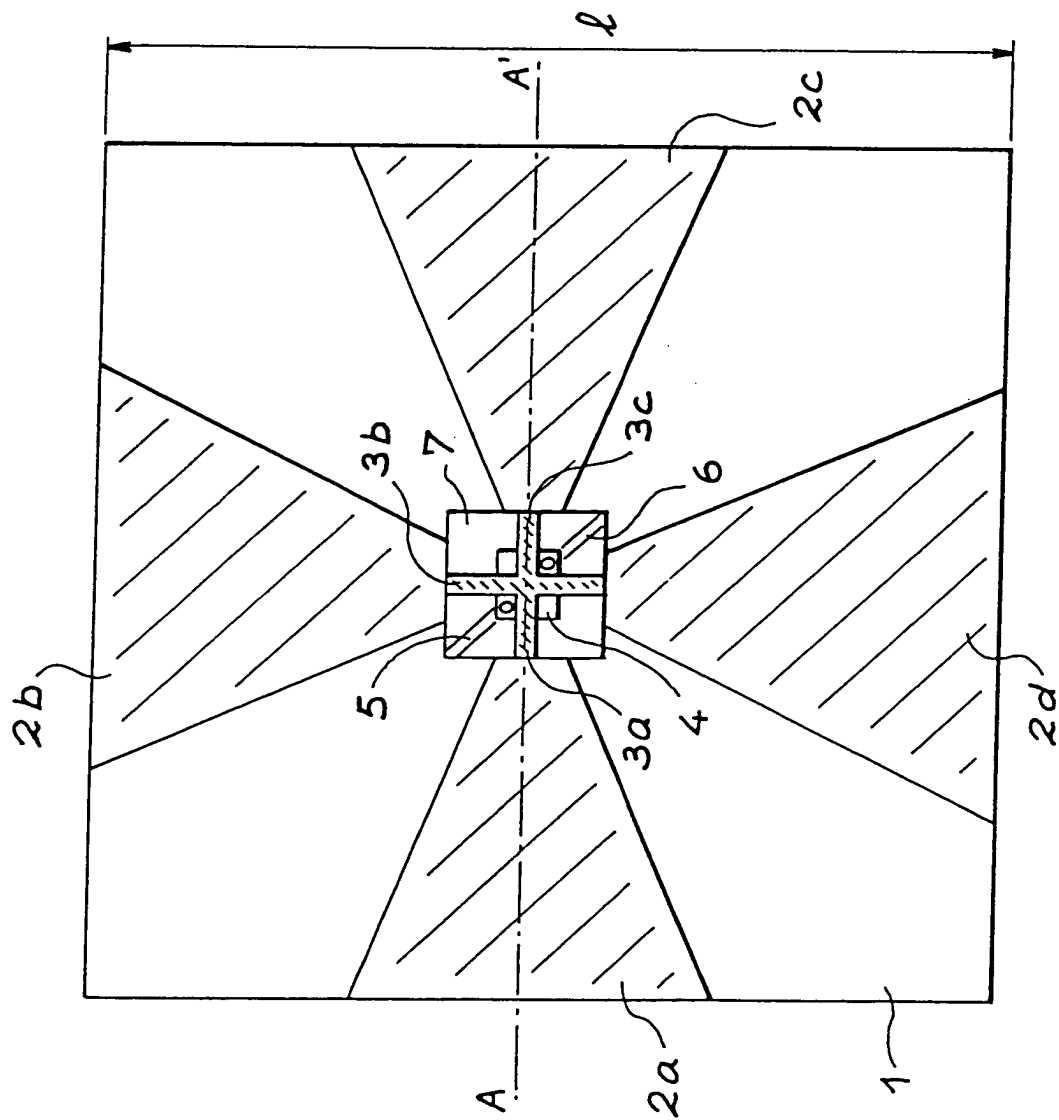


FIG. 1



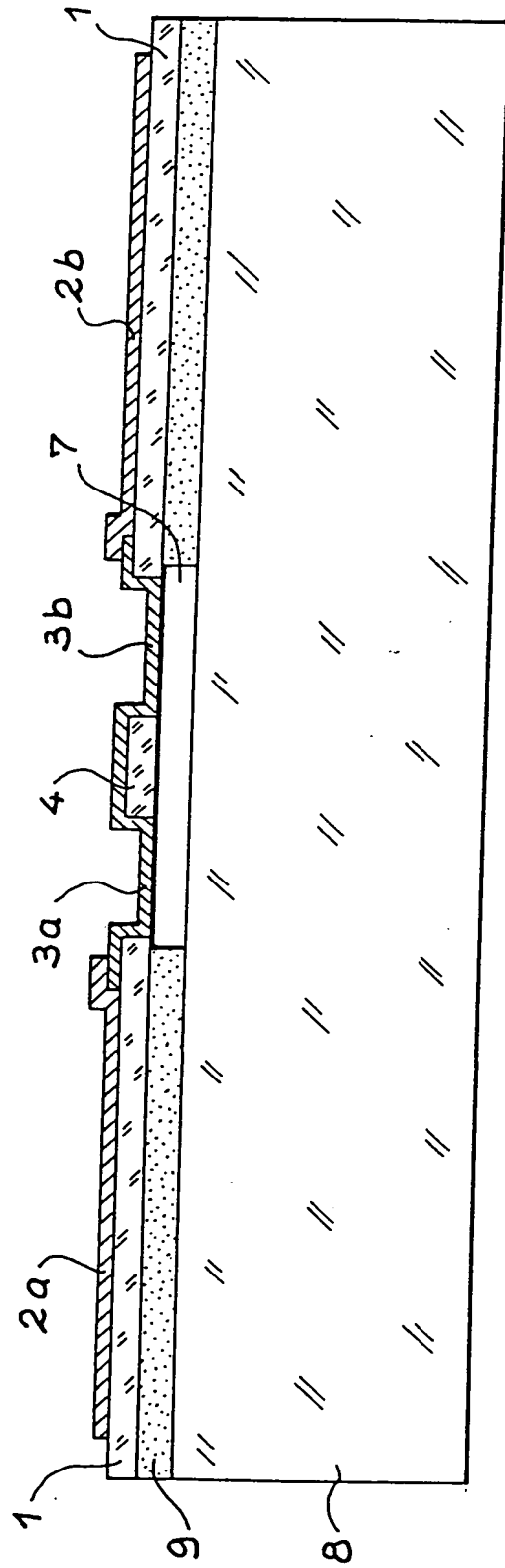


FIG. 2

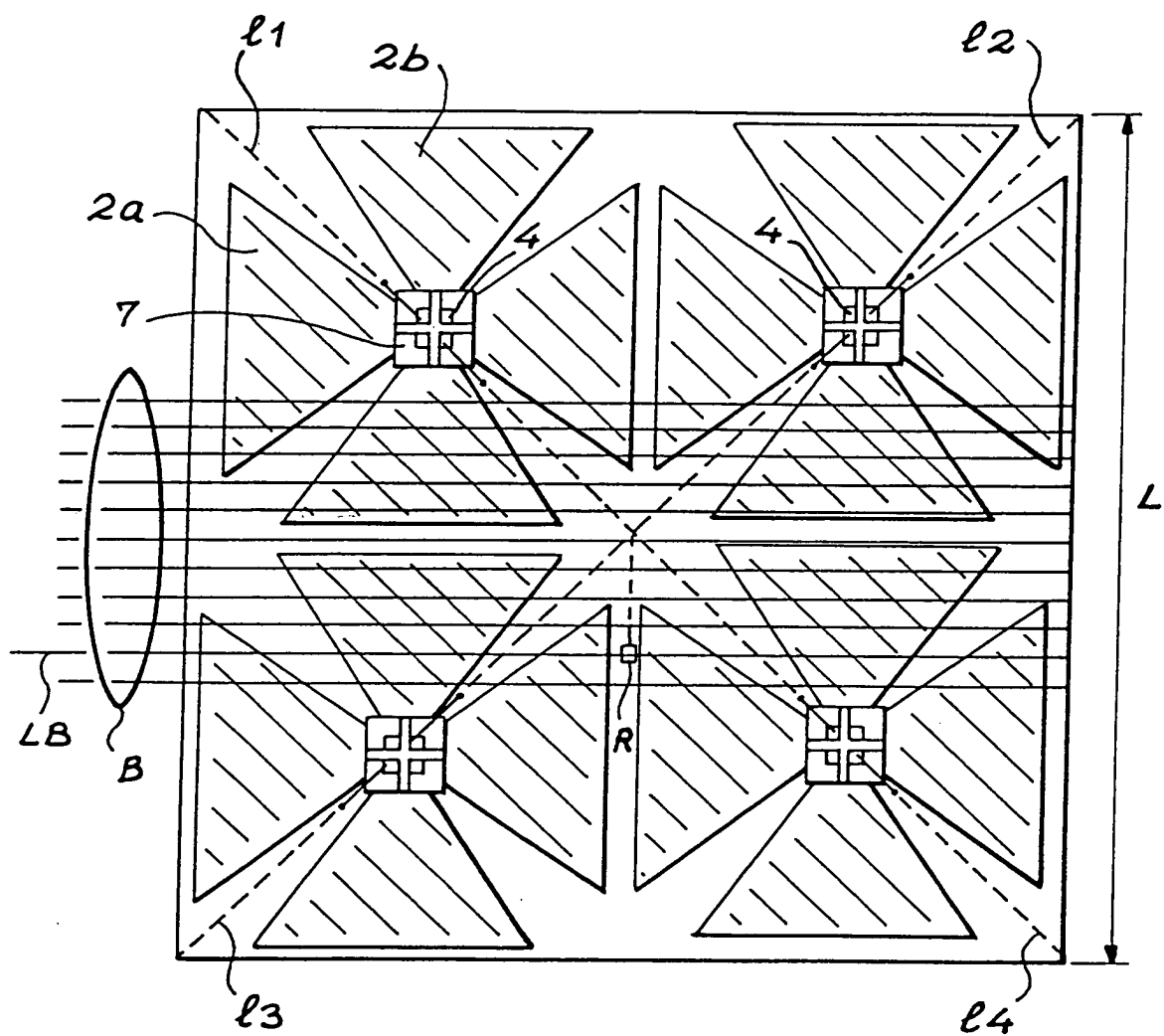


FIG. 3



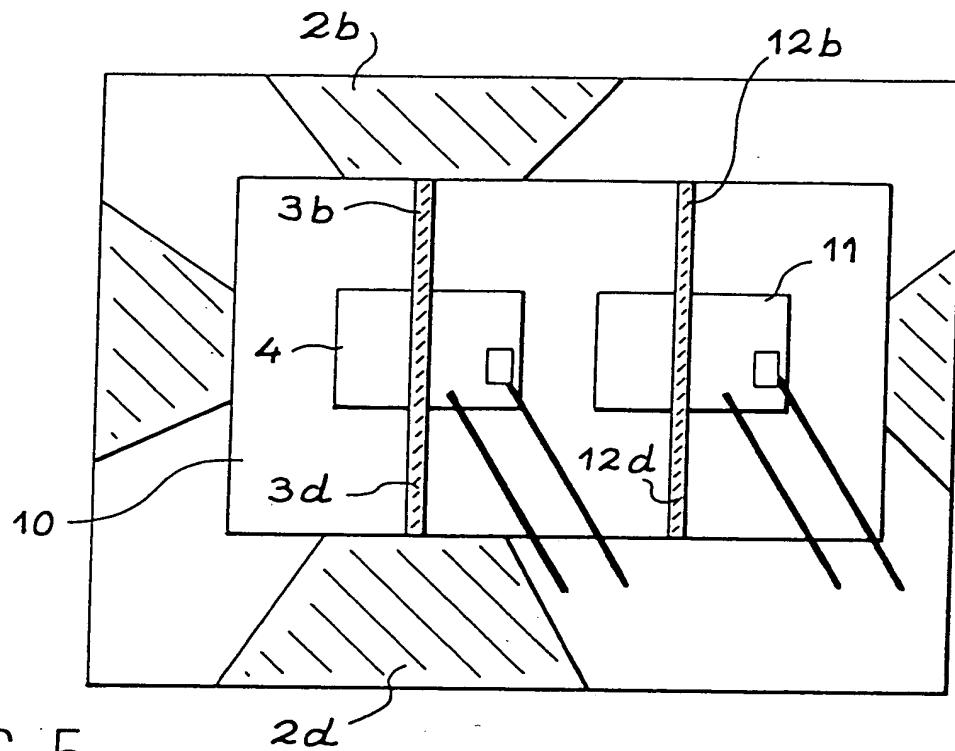


FIG. 5

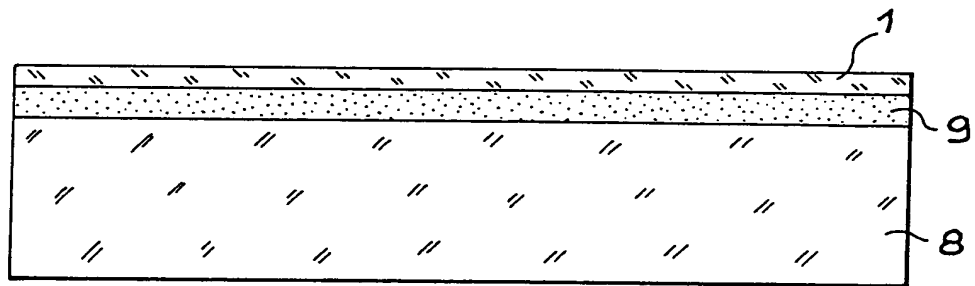


FIG. 6A

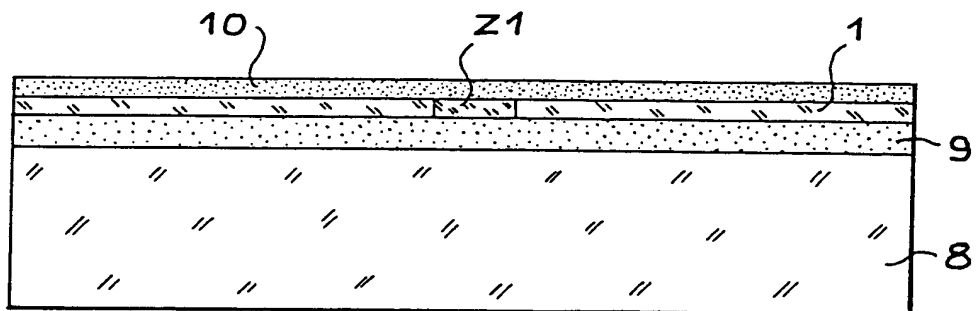


FIG. 6B

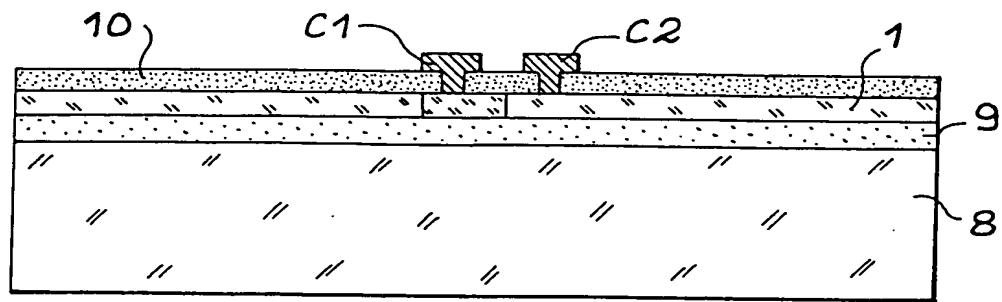


FIG. 6C

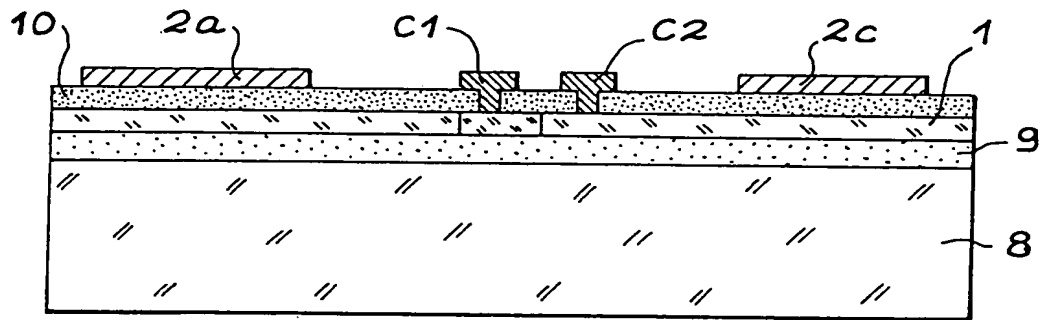


FIG. 6D

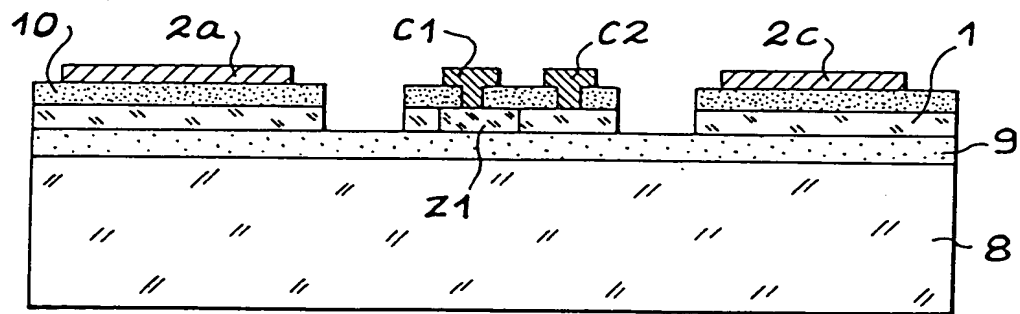


FIG. 6E

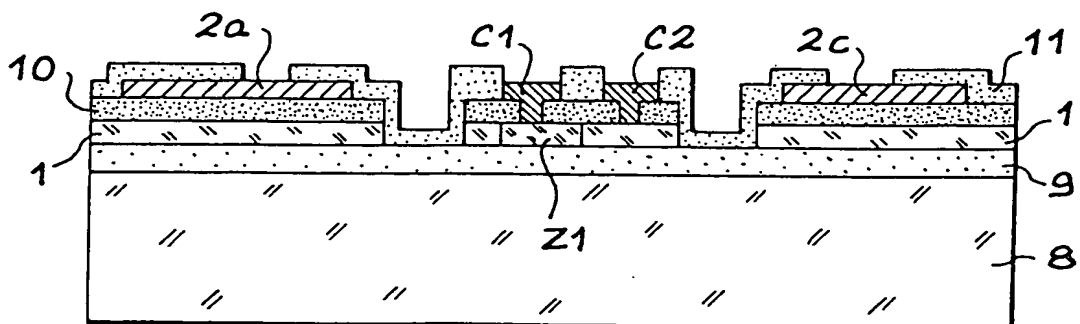


FIG. 6F

